

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年10月22日

出願番号
Application Number: 特願2002-306944
[ST. 10/C]: [JP2002-306944]

出願人
Applicant(s): シャープ株式会社


2003年 8月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3070780

 **【書類名】** 特許願

【整理番号】 02J02186

【提出日】 平成14年10月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株
 式会社内

【氏名】 宮地 弘一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株
 式会社内

【氏名】 芝原 靖司

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二



【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208453

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶光学素子およびそれを備えた三次元画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の基板と、前記一対の基板の間に設けられ、液晶分子および二色性色素を含む液晶層とを備え、前記液晶層を介して互いに対向する一対の電極でそれぞれが規定される複数の単位領域を有し、

前記複数の単位領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記一対の基板の基板面に平行なある方向に沿って可視光の波長の略 $1/2$ 以下の範囲内に、前記一対の電極間に電圧が印加されていないときの前記液晶分子の配向方向の方位角方向が互いに略 90° の角をなす第 1 および第 2 液晶領域を有する、液晶光学素子。

【請求項 2】 前記液晶層は、複数のスメクチック層を含むスメクチック液晶層であり、前記スメクチック層の法線方向に対する前記液晶分子の傾き角が略 45° である、請求項 1 に記載の液晶光学素子。

【請求項 3】 前記スメクチック液晶層は反強誘電相を呈する、請求項 2 に記載の液晶光学素子。

【請求項 4】 前記スメクチック液晶層はフェリ誘電相を呈する、請求項 2 に記載の液晶光学素子。

【請求項 5】 前記一対の電極間に電圧が印加されていないとき、前記スメクチック層の法線方向に対してある方向に傾斜している液晶分子と、前記ある方向とは反対方向に傾斜している液晶分子とがほぼ同じ確率で存在する、請求項 4 に記載の液晶光学素子。

【請求項 6】 前記スメクチック液晶層は V 字型スイッチング特性を有する、請求項 2 に記載の液晶光学素子。

【請求項 7】 前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $43.5^\circ \sim 46.5^\circ$ の範囲内にある、請求項 2 から 6 のいずれかに記載の液晶光学素子。

【請求項 8】 前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $40.3^\circ \sim 49.7^\circ$ の範囲内にある、請求項 2 から 6 のいずれかに記載の液晶光学素子。

子。

【請求項 9】 前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $37.0^{\circ} \sim 53.0^{\circ}$ の範囲内にある、請求項 2 から 6 のいずれかに記載の液晶光学素子。

【請求項 10】 前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $32.7^{\circ} \sim 57.4^{\circ}$ の範囲内にある、請求項 2 から 6 のいずれかに記載の液晶光学素子。

【請求項 11】 請求項 3 から 6 のいずれかに記載の液晶光学素子を備え、前記液晶光学素子が有する前記複数の単位領域は、供給される画像信号に応じて表示を行うための複数の絵素領域であり、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて左眼用の画像と右眼用の画像とが交互に表示されることによって三次元画像の表示を行う三次元画像表示装置であって、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、左眼用の画像信号が供給されるときと右眼用の画像信号が供給されるときとで前記一对の電極間に異なる極性の電圧が印加される、三次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶光学素子およびそれを備えた三次元画像表示装置に関し、特に、偏光板を有しない液晶光学素子およびそれを備えた三次元画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、液晶表示装置 (Liquid Crystal Display) は、薄型で低消費電力であるという特徴を生かして、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどの OA 機器、電子手帳などの携帯情報機器、あるいは液晶モニターを備えたカメラ一体型 VTR などに広く用いられている。

【0003】

現在実用化されている液晶表示装置には、一般的にネマチック液晶が用いられており、ネマチック液晶は応答速度が遅い。そのため、従来の液晶表示装置は動画表示の点でCRT（ブラウン管）に劣る。

【0004】

そこで、応答速度が遅いネマチック液晶に代わって、高速応答が可能なスメクチック液晶が注目を集めている。特に、強誘電性や反強誘電性を示すスメクチック液晶は、自発分極を有し、電界印加時に自発分極と電界との相互作用によって応答を行うので、応答時間が1ms以下の高速応答が可能である。

【0005】

強誘電性液晶を用いた光学素子としては、例えば、表面安定化強誘電性液晶（SSFLC）光学素子が挙げられる。SSFLC光学素子は、印加電場に対して双安定性を示し、2つの安定状態間のスイッチングが高速（1ms以下）であるという特徴を有している。

【0006】

しかしながら、双安定性を示すSSFLC光学素子の電気光学応答は、明状態と暗状態の2つの状態間のスイッチングに限定されるので、電圧制御による中間調表示は困難である。

【0007】

これに対して、反強誘電性液晶は、電場無印加時の反強誘電相と、電場印加時の強誘電相との電場誘起相転移に基づく三安定性を示し、3つの安定状態間のスイッチングがSSFLC光学素子と同様に高速（1ms以下）であるという特徴を有している。

【0008】

反強誘電性液晶は、バイアス電場印加下でスイッチングさせることによって単純マトリクス方式での駆動を行うことができる。また、反強誘電相と強誘電相の共存状態を電圧制御することによって、単純マトリクス駆動で中間調表示を行うことができる。例えば、非特許文献1には、反強誘電性液晶と単純マトリクス駆動とを組み合わせた対角6インチのフルカラー表示が可能な液晶光学素子が開示されている。

【0009】

この反強誘電性液晶を用いた、偏光板の不要な液晶光学素子が提案されている。偏光板は高価なものであるため、偏光板が不要となることで液晶光学素子の製造コストの低減を図ることができる。また、偏光板が不要になると、偏光板の貼り合わせ工程時に異物が混入することによる良品率の低下を抑制することができるという利点もある。

【0010】

例えば、特許文献1には、二色性色素を含む反強誘電性スメクチック液晶が封入された2つの液晶セルを備え、偏光板が省略された液晶光学素子が開示されている。図8および図9に、特許文献1に開示されている液晶光学素子500を模式的に示す。

【0011】

図8に示したように、液晶光学素子500は、2つの液晶セル500aおよび500bが積層されて構成されている。

【0012】

液晶セル500aおよび500bは、それぞれ、一对の基板510および520と、これらの間に設けられた反強誘電性スメクチック液晶層530と、基板510および520の液晶層530側の表面に形成された電極512および522とを有している。電極512および522上には、配向膜（不図示）が形成されている。

【0013】

図9に示したように、液晶層530は、液晶分子531と二色性色素532とを含み、吸収軸に平行な偏光を吸収し、透過軸に平行な偏光を透過する。また、液晶セル500aおよび500bは、液晶層530のスメクチック層534の法線方向が互いに直交するように配置されている。

【0014】

液晶層530に電圧が印加されていない状態においては、液晶セル500aの液晶層530の吸収軸と、液晶セル500bの液晶層530の吸収軸とが直交しているので、暗状態の表示を行うことができる。

【0015】

一方、液晶層 530 に所定の電圧が印加されると、液晶セル 500a と液晶セル 500b との吸収軸が直交しない状態となるので、明状態の表示を行うことができる。

【0016】

また、特許文献 2 には、二色性色素を含む 2 つの反強誘電性スメクチック液晶層を、スメクチック層の法線方向が一致し、かつ、電場印加に応じた液晶分子のチルト方向が互いに逆になるように積層したゲストホスト型の液晶光学素子が開示されている。この液晶光学素子においては、特許文献 1 に開示されている液晶光学素子 500 とは逆に、電圧無印加時に明状態、電圧印加時に暗状態の表示を行うことができる。

【0017】

【特許文献 1】

特開平 8-122830 号公報

【特許文献 2】

特開平 4-122913 号公報

【非特許文献 1】

Y.Yamada、他七名、「A Full-Color Video-Rate Anti-Ferroelectric LCD with Wide Viewing Angle」, SID95DIGEST, p.789-792

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 に開示されている液晶光学素子 500 においては、液晶セルが 2 つ用いられるので、液晶セルを 1 つしか用いない従来の構成の液晶表示装置に比べて製造コストが倍増するという問題がある。

【0019】

また、特許文献 2 には、2 つの液晶層を積層するための構成として、液晶セルを 2 つ用いた構成が開示されているが、この構成は、特許文献 1 の液晶光学素子 500 と同様に製造コストの上昇を招いてしまう。

【0020】

なお、特許文献2には、一对の基板間に2つの液晶層が積層された構成も開示されている。この構成を実現するためには、所定の間隙を介して貼り合わされた一对の基板間に液晶材料を注入するという一般的な液晶注入工程を用いることはできない。そこで、フィルム化された2つの液晶層を順次積層する工程が考えられるが、反強誘電性液晶をフィルム化するには複雑な材料形成技術が必要である。また、フィルム化する場合には、高分子液晶材料を用いるか、あるいは、液晶層中に高分子材料のネットワークを形成することになるので、印加電圧に対する応答特性が著しく低下してしまう。

【0021】

上述したように、特許文献1および2に開示されている、偏光板が不要な液晶光学素子には、生産性および素子特性が悪いという問題がある。

【0022】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、生産性および素子特性に優れ、偏光板が不要な液晶光学素子およびそれを備えた三次元画像表示装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】

本発明による液晶光学素子は、一对の基板と、前記一对の基板の間に設けられ、液晶分子および二色性色素を含む液晶層とを備え、前記液晶層を介して互いに対向する一对の電極でそれぞれが規定される複数の単位領域を有し、前記複数の単位領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記一对の基板の基板面に平行なある方向に沿って可視光の波長の略 $1/2$ 以下の範囲内に、前記一对の電極間に電圧が印加されていないときの前記液晶分子の配向方向の方位角方向が互いに略 90° の角をなす第1および第2液晶領域を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0024】

ある好適な実施形態において、前記液晶層は、複数のスメクチック層を含むスメクチック液晶層であり、前記スメクチック層の法線方向に対する前記液晶分子の傾き角が略 45° である。

【0025】

前記スメクチック液晶層が反強誘電相を呈する構成としてもよい。

【0026】

また、前記スメクチック液晶層がフェリ誘電相を呈する構成としてもよい。この構成を採用する場合には、前記一对の電極間に電圧が印加されていないとき、前記スメクチック層の法線方向に対してある方向に傾斜している液晶分子と、前記ある方向とは反対方向に傾斜している液晶分子とがほぼ同じ確率で存在することが好ましい。

【0027】

あるいは、前記スメクチック液晶層がV字型スイッチング特性を有する構成としてもよい。

【0028】

前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $43.5^{\circ} \sim 46.5^{\circ}$ の範囲内にすることが好ましい。

【0029】

前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $40.3^{\circ} \sim 49.7^{\circ}$ の範囲内にあってもよい。

【0030】

前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $37.0^{\circ} \sim 53.0^{\circ}$ の範囲内にあってもよい。

【0031】

前記スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $32.7^{\circ} \sim 57.4^{\circ}$ の範囲内にあってもよい。

【0032】

本発明による三次元画像表示装置は、前記スメクチック液晶層が反強誘電相を呈する構成、前記スメクチック液晶層がフェリ誘電相を呈する構成あるいは前記スメクチック液晶層がV字型スイッチング特性を有する構成の液晶光学素子を備え、前記液晶光学素子が有する前記複数の単位領域は、供給される画像信号に応じて表示を行うための複数の絵素領域であり、前記複数の絵素領域のそれぞれに

において左眼用の画像と右眼用の画像とが交互に表示されることによって三次元画像の表示を行う三次元画像表示装置であって、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、左眼用の画像信号が供給されるときと右眼用の画像信号が供給されるときとで前記一对の電極間に異なる極性の電圧が印加される構成を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0033】

以下、本発明の作用を説明する。

【0034】

本発明による液晶光学素子は、一对の基板と、一对の基板の間に設けられ、液晶分子および二色性色素を含む液晶層とを備え、液晶層を介して互いに対向する一对の電極でそれぞれが規定される複数の単位領域を有している。

【0035】

複数の単位領域のそれぞれにおいて、一对の電極間への印加電圧の大きさに応じて液晶層の液晶分子の配向方向が変化する。このとき、二色性色素の配向方向は、液晶分子の配向方向の変化に応じて変化する。より具体的には、二色性色素の配向方向は、液晶分子の配向方向に沿うように変化する。二色性色素の吸光軸は、二色性色素の配向方向（すなわち長軸方向）に対して典型的には平行であり、二色性色素の配向方向の変化に応じて変化する。そのため、一对の電極への印加電圧の大きさに応じて、液晶層に含まれる二色性色素の吸光軸が変化し、そのことによって、各単位領域から出射する光量が変化する。

【0036】

本発明による液晶光学素子においては、複数の単位領域のそれぞれにおいて、液晶層は、基板面に平行なある方向に沿って可視光の波長（典型的には400nm～700nm）の略1/2以下（すなわち略200nm以下）の範囲内に、一对の電極間に電圧が印加されていないときの液晶分子の配向方向の方位角方向が互いに略90°の角をなす第1および第2液晶領域を有する。第1および第2液晶領域内に位置する液晶分子の配向方向の方位角が互いに略90°の角をなしているため、第1および第2液晶領域内に位置する二色性色素の配向方向の方位角も互いに略90°の角をなす。従って、電圧無印加時には、第1および第2液晶

領域内の二色性色素の吸収軸（基板面に平行な面内で規定される吸収軸）は互いに略直交している。そのため、本発明による液晶光学素子においては、可視光の波長の略 $1/2$ 以下の範囲内に、二色性色素の吸収軸が互いに直交する 2 つの領域が混在している。従って、電圧無印加時には、液晶層に入射した光のあらゆる成分が第 1 液晶領域および第 2 液晶領域で吸収されるので、黒表示が実現される。また、一对の電極間に所定の電圧を印加すると、上記の配向状態が崩れ、液晶層に入射した光の一部が透過または反射されるので、そのことによって白表示を行うことができる。

【0037】

本発明による液晶光学素子は、偏光板を用いる必要がないので、製造コストの低減や、偏光板の貼り合わせ工程時に異物が混入することによる良品率の低下の抑制を図ることができる。また、本発明による液晶光学素子は、2 つの液晶セルを用いる必要がないので、2 つの液晶セルを用いることによる製造コストの上昇も発生しない。このように、本発明による液晶光学素子は、生産性に優れている。また、本発明による液晶光学素子は、液晶層を積層する必要がないので、液晶層をフィルム化する必要がなく、従って、フィルム化に伴う応答速度の低下が発生しない。そのため、本発明による液晶光学素子は、素子特性に優れている。

【0038】

上述したような第 1 および第 2 液晶領域を有する液晶層は、例えば、複数のスメクチック層を含み、スメクチック層の法線方向に対する液晶分子の傾き角が略 45° であるスメクチック液晶層を用いることによって形成され得る。液晶分子がスメクチック層の法線方向に対してある方向に略 45° 傾斜した領域を第 1 液晶領域とすると、液晶分子が第 1 液晶領域の液晶分子とは反対方向に略 45° 傾斜した領域が第 2 液晶領域となる。

【0039】

このようなスメクチック液晶層としては、反強誘電相を呈するスメクチック液晶層や、フェリ誘電相を呈するスメクチック液晶層を好適に用いることができる。

【0040】

反強誘電相においては、隣接するスメクチック層の液晶分子が、隣接する層間で分極を打ち消すように、層法線方向に対して互いに反対方向に傾斜する。つまり、スメクチック層の法線方向に対して液晶分子が右回りに略 45° 傾斜したスメクチック層と、液晶分子が左回りに略 45° 傾斜したスメクチック層とが交互に積層されている。従って、第1液晶領域と第2液晶領域とがスメクチック層法線方向に沿って交互に配置された配向状態が得られる。そのため、この状態を用いて黒表示を行うことができる。また、反強誘電相を呈する液晶層にしきい値以上の電圧を印加すると、液晶分子がスメクチック層の法線方向に対して1方向に傾斜した強誘電相への相転移が起こるので、この強誘電相を呈した状態を用いて白表示を行うことができる。

【0041】

また、フェリ誘電相においては、スメクチック層の法線方向に対してある方向に傾斜した液晶分子と、それとは反対方向に傾斜した液晶分子とが混在する。つまり、スメクチック層の法線方向に対して液晶分子が右回りに略 45° 傾斜したスメクチック層と、液晶分子が左回りに略 45° 傾斜したスメクチック層とが混在する。従って、第1液晶領域と第2液晶領域とが混在した配向状態が得られる。そのため、この状態を用いて黒表示を行うことができる。なお、光を効率よく吸収してより暗い黒表示を行う観点からは、ある方向に傾斜した液晶分子とそれとは反対側に傾斜した液晶分子とがほぼ同じ確率で存在する（ほぼ同数存在する）ことが好ましい。また、フェリ誘電相を呈する液晶層にしきい値以上の電圧を印加すると、液晶分子がスメクチック層の法線方向に対して1方向に傾斜した強誘電相への相転移が起こるので、この強誘電相を呈した状態を用いて白表示を行うことができる。

【0042】

あるいは、V字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層を用いてもよい。正極性の電圧と負極性の電圧とに対して対称的に光透過率が上昇するようなV字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層においては、電圧無印加時にはスメクチック層の法線方向に対してある方向に傾斜する液晶分子とそれとは反対側に傾斜する液晶分子とがほぼ同じ確率で存在するので、黒表示を行うこと

ができる。また、電圧印加によって強誘電相への相転移が起こるので、強誘電相を呈した状態を用いて白表示を行うことができる。

【0043】

スメクチック液晶層の液晶分子の傾き角が 45° であると、コントラスト比の最大値(極大値)が得られ、非常に良好な表示を行うことができる。

【0044】

また、スメクチック液晶層の液晶分子の傾き角が $43.5^{\circ} \sim 46.5^{\circ}$ の範囲内にあると、傾き角が 45° のときと比較したコントラスト比の低下は10%以内であり、良好な表示を行うことができる。

【0045】

さらに、スメクチック液晶層の液晶分子の傾き角が $40.3^{\circ} \sim 49.7^{\circ}$ の範囲内にあると、20以上のコントラスト比が得られる。そのため、実用上ほとんど問題のない表示を行うことができる。

【0046】

また、スメクチック液晶層の前記液晶分子の傾き角が $37.0^{\circ} \sim 53.0^{\circ}$ の範囲内にあると、10以上のコントラスト比が得られ、現在実用化されている携帯情報端末などに用いられている反射型の液晶表示素子とほぼ同等のコントラスト比が得られる。そのため、同様な文字情報の入出力が主たる用途である場合に十分な品位の表示を行うことができる。

【0047】

そして、スメクチック液晶層の液晶分子の傾き角が $32.7^{\circ} \sim 57.4^{\circ}$ の範囲内にあると、5以上のコントラスト比が得られ、新聞などの印刷物とほぼ同等のコントラスト比が得られる。そのため、モノクロの文字情報源が主たる用途である場合に十分な品位の表示を行うことができる。

【0048】

上述したように、液晶分子の傾き角が 45° に近いほど高コントラスト比が得られる。ただし、傾き角が小さいほど応答特性が向上するので、動画表示の品位を向上する観点からは、傾き角が小さいことが好ましい。

【0049】

なお、第1液晶領域および第2液晶領域を有する液晶層は、一对の基板の液晶層側の表面に、第1方位角方向に液晶分子を配向させる第1配向規制領域と、第1方位角方向と略90°の角をなす第2方位角方向に液晶分子を配向させる第2配向規制領域とを設けることによって形成されてもよい。このような第1および第2配向規制領域は、例えば、光配向法などの微細配向処理技術を用いて実現することができる。ただし、液晶光学素子の製造の容易さの観点からは、上述したスメクチック液晶層のように、自発的に第1および第2液晶領域が形成される液晶層を用いることが好ましい。

【0050】

本発明による液晶光学素子は、画像や文字を表示する液晶表示装置に用いられる。このとき、液晶光学素子が有する複数の単位領域は、供給される画像信号に応じて表示を行うための複数の絵素領域として機能する。

【0051】

特に、液晶層として、反強誘電相を呈するスメクチック液晶層や、フェリ誘電相を呈するスメクチック液晶層、あるいは、V字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層を備えていると、複数の絵素領域のそれぞれにおいて左眼用の画像と右眼用の画像とを交互に表示することによって三次元画像の表示を行う三次元画像表示装置に好適に用いられる。

【0052】

反強誘電相を呈するスメクチック液晶層、フェリ誘電相を呈するスメクチック液晶層およびV字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層は、しきい値以上の電圧が印加されたときに、液晶分子がスメクチック層の法線方向に対して1方向に傾斜した強誘電相への相転移を誘起され、その傾斜方向は印加電圧の極性の正負に応じて逆転する。そのため、正極性の電圧印加時と負極性の電圧印加時とで、液晶層からは異なる偏光方向の光が出射する。

【0053】

従って、各絵素領域において、左眼用の画像信号が供給されるときと右眼用の画像信号が供給されるときとで一对の電極間に異なる極性の電圧を印加することによって、左眼用の画像に対応した光と、右眼用の画像に対応した光とを偏光方

向が互いに異なる光として出射させることができる。

【0054】

そのため、本発明による液晶光学素子を備えた三次元画像表示装置は、比較的簡便な構造で三次元画像を表示することができる。また、スメクチック液晶層は高速応答性を有するので、左眼用の画像信号と右眼用の画像信号とを交互に高周波数で供給しても正確な表示を行うことができる。

【0055】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明による実施形態を説明する。なお、以下では、文字や図形等を表示する液晶表示装置を例に本発明を説明するが、本発明はこれに限定されず、入射光の透過量を調整する調光装置や光シャッター等の液晶光学素子全般に好適に用いることができる。

【0056】

まず、図1および図2(a)～(c)を参照しながら、本発明による実施形態の液晶光学素子である液晶表示装置100の構造を説明する。図1は液晶表示装置100を模式的に示す断面図であり、図2(a)～(c)は液晶表示装置100を模式的に示す斜視図である。また、図2(a)は液晶層に正極性の電圧が印加された状態、図2(b)は電圧無印加状態（あるいはしきい値以下の電圧が印加された状態）、図2(c)は負極性の電圧が印加された状態をそれぞれ示している。

【0057】

液晶表示装置100は、図1に示すように、一対の基板（例えばガラス基板）10および20と、一対の基板10および20の間に設けられた液晶層30とを備えている。基板10および20の液晶層30側の表面には、電極12および22が設けられており、液晶表示装置100は、液晶層30を介して互いに対向する一対の電極12および22でそれぞれが規定される複数の「単位領域」を有する。「単位領域」は、液晶光学素子において、液晶層30からの出射光量が独立に制御され得る最小の領域を指す。液晶表示装置100においては、この「単位領域」は、表示の最小単位である「絵素」に対応した「絵素領域」である。「絵

素領域」は、供給される画像信号に応じて表示を行うための領域であり、アクティブマトリクス型の液晶表示装置においては絵素電極とそれに対向する対向電極とによって規定されるし、単純マトリクス型の液晶表示装置においては、ストライプ状の列電極（信号電極）と行電極（走査電極）との交差部によって規定される。

【0058】

液晶層 30 は、図 2 (a) ~ (c) に示すように、液晶分子 31 と二色性色素 32 とを含んでいる。二色性色素 32 は、液晶分子 31 とほぼ平行に配向し、その長軸方向に対して特定の方向に振動する光を吸収する。本実施形態では、二色性色素 32 として、その長軸方向に平行な偏光を吸収するもの、つまり、長軸方向に平行な吸収軸を有するものを用いる。勿論、吸収軸が長軸方向に対して平行でない（例えば垂直である）ものを用いてもよい。また、典型的には電極 12 および 22 上には一对の配向層（不図示）が設けられている。配向層は、例えば水平配向膜である。

【0059】

複数の絵素領域のそれぞれにおいて、液晶層 30 は、図 2 (b) に示すように、一对の電極 12 および 22 間に電圧が印加されていないときの液晶分子 31 の配向方向の方位角方向（基板面に平行な面内における配向方向）が互いに略 90° の角をなす第 1 液晶領域 30a および第 2 液晶領域 30b を有する。

【0060】

本実施形態では、液晶層 30 は、反強誘電相を呈するスメクチック液晶層である。スメクチック液晶層 30 は、図 2 (a) ~ (c) に示したように層状構造を形成する。この層状構造は、複数のスメクチック層 34 が基板面に平行なある方向（液晶層 30 の厚さ方向に直交する方向）に沿って積層されて形成されている。スメクチック層 34 の法線方向に対する液晶分子 31 の傾き角（「コーン角」とも呼ぶ。） θ は略 45° であり、液晶分子 31 がスメクチック層 34 の法線方向に対して右回りに略 45° 傾斜したスメクチック層 34 が第 1 液晶領域 30a に相当し、左回りに略 45° 傾斜したスメクチック層 34 が第 2 液晶領域 30b に相当する。

【0061】

反強誘電相においては、隣接するスメクチック層 34 の液晶分子 31 が、隣接するスメクチック層 34 間で分極を打ち消すように、層法線方向に対して互いに反対方向に傾斜する。従って、本実施形態では、液晶分子 31 がスメクチック層 34 の法線方向に対して右回りに傾斜したスメクチック層 34 と左回りに傾斜したスメクチック層 34 とがスメクチック層 34 の法線方向に沿って積層されており、第 1 液晶領域 30a と第 2 液晶領域 30b とが基板面に平行なある方向に沿って交互に配置されている。

【0062】

第 1 液晶領域 30a および第 2 液晶領域 30b は、基板面（基板 10 および 20 の基板面）に平行なある方向（例えばスメクチック層 34 の法線方向）に沿って可視光の波長（400nm～700nm）の略 1/2 以下（略 200nm 以下）の範囲内に混在している。言い換えると、液晶表示装置 100 の液晶層 30 は、この範囲内に第 1 液晶領域 30a と第 2 液晶領域 30b の両方を有している。典型的には、個々のスメクチック層 34 の厚さは約 4nm 程度であるので、上記範囲内にスメクチック層 34 は約 50 層程度積層されている。上記範囲内に例えばスメクチック層 34 が 50 層積層されている場合、上記範囲内にはストライプ状の 25 個の第 1 液晶領域 30a と同じくストライプ状の 25 個の第 2 液晶領域 30b とが交互に配置されていることになる。

【0063】

上述したように、本発明による実施形態の液晶表示装置 100 においては、電圧無印加時に、第 1 液晶領域 30a と第 2 液晶領域 30b とが基板面に平行な方向に沿って可視光の波長の略 1/2 以下の範囲内に混在している。従って、液晶層 30 に入射した光は、第 1 液晶領域 30a および第 2 液晶領域 30b の一方のみを通過することはできず、必ず両方を通過する。この理由は、光の回折現象に起因して、波長 λ の光には $\lambda/2$ 以下の分解能がないからである。このことは光学顕微鏡の分解能が $\lambda/2$ であることでも知られている。そのため、可視光の波長の略 1/2 以下の範囲内に第 1 液晶領域 30a および第 2 液晶領域 30b が混在すると、光は必ずこの 2 つの領域を通過することになる。第 1 液晶領域 30a

と第2液晶領域30bとでは、液晶分子31の配向方向の方位角方向が互いに略90°の角をなすので、二色性色素32の吸収軸も互いに略直交している。従って、第1液晶領域30aと第2液晶領域30bの両方を通過した光は、第1液晶領域30aの二色性色素32および／または第2液晶領域30bの二色性色素32で吸収され、液晶層30からはほとんど光が出射しない。そのため、液晶表示装置100においては、電圧無印加時に黒表示が実現される。

【0064】

また、反強誘電相を呈するスメクチック液晶層30は、所定のしきい値以上の電圧が印加されたときには、反強誘電相から相転移し、図2(a)および(b)に示したように強誘電相を呈する。強誘電相においては、液晶分子31は、スメクチック層34の法線方向に対して一方向に傾斜する。従って、絵素領域内の二色性色素32の吸収軸も一方向に沿っている。従って、所定のしきい値以上の電圧が印加されたこの状態では、吸収軸に直交する偏光が液晶層30から出射するので、白表示を行うことができる。なお、強誘電相においては、図2(a)および(c)に示したように、液晶分子31は、印加される電圧の極性に応じて傾斜する方向が逆転する。そのため、正極性の電圧が印加されている白表示状態と、負極性の電圧が印加されている白表示状態とでは、液晶層30から出射する光の偏光方向が異なる(典型的には互いに略直交する)。

【0065】

本発明による液晶表示装置100は、上述したように、偏光板を用いることなく表示を行うことができる。従って、偏光板を用いる必要がないので、製造コストの低減や、偏光板の貼り合わせ工程時に異物が混入することによる良品率の低下の抑制を図ることができる。また、2つの液晶セルを用いる必要がないので、2つの液晶セルを用いることによる製造コストの上昇が発生しない。このように、本発明による液晶表示装置100は、生産性に優れている。

【0066】

また、本発明による液晶表示装置100においては、単層の液晶層を用いて表示を行うことができ、液晶層を積層する必要がないので、液晶層をフィルム化する必要がない。従って、フィルム化に伴う応答速度の低下が発生しない。そのた

め、本発明による液晶表示装置 100 は、素子特性に優れているといえる。

【0067】

また、スメクチック液晶層は高速応答性を有しているので、本実施形態のように液晶層 30 としてスメクチック液晶層を用いると、高速の応答が可能な液晶表示装置が得られる。

【0068】

なお、図 2 (a) ~ (c) では、液晶分子 31 のスメクチック層 34 法線方向に対する傾き角 θ が 45° の場合を図示したが、傾き角 θ は厳密に 45° である必要はなく、略 45° であれば表示を好適に行うことができる。

【0069】

図 3 に、液晶分子 31 の傾き角 θ と、コントラスト比（白表示状態の透過率／黒表示状態の透過率）との関係を示す。

【0070】

図 3 からわかるように、液晶分子 31 の傾き角 θ が 45° であると、コントラスト比の最大値（極大値）が得られ、非常に良好な表示を行うことができる。

【0071】

また、液晶分子 31 の傾き角 θ が $43.5^\circ \sim 46.5^\circ$ の範囲内にあると、傾き角が 45° のときと比較したコントラスト比の低下は 10% 以内であり、良好な表示を行うことができる。

【0072】

さらに、液晶分子 31 の傾き角 θ が $40.3^\circ \sim 49.7^\circ$ の範囲内にあると、20 以上のコントラスト比が得られる。そのため、実用上ほとんど問題のない表示を行うことができる。

【0073】

また、液晶分子 31 の傾き角 θ が $37.0^\circ \sim 53.0^\circ$ の範囲内にあると、10 以上のコントラスト比が得られ、現在実用化されている携帯情報端末などに用いられている反射型の液晶表示素子とほぼ同等のコントラスト比が得られる。そのため、同様な文字情報の入出力が主たる用途である場合に十分な品位の表示を行うことができる。

【0074】

そして、液晶分子 31 の傾き角 θ が $32.7^\circ \sim 57.4^\circ$ の範囲内にあると、5 以上のコントラスト比が得られ、新聞などの印刷物とほぼ同等のコントラスト比が得られる。そのため、モノクロの文字情報源が主たる用途である場合に十分な品位の表示を行うことができる。

【0075】

上述したように、液晶分子 31 の傾き角 θ が 45° に近いほど高コントラスト比が得られる。ただし、傾き角 θ が小さいほど応答特性が向上するので、動画表示の品位を向上する観点からは、傾き角 θ が小さいことが好ましい。つまり、所望するコントラスト比と応答特性とに応じて、上記略 45° の角度範囲内で、傾き角 θ を設定すればよい。

【0076】

なお、ここでは、スメクチック液晶層 30 として反強誘電相を呈するものを用いる場合について説明したが、フェリ誘電相を呈するものを用いてもよい。図 2 (a) および (c) に示したように、液晶分子 31 がスメクチック層 34 の法線方向に対して一方向に傾いている相を強誘電相とよび、図 2 (b) および図 4 (a) に示すように液晶分子 31 が 1 層ごとに反対に傾いている相を反強誘電相とよび、図 4 (b) および (c) に示すように、これら以外の傾き方をするものをフェリ誘電相とよぶ。

【0077】

フェリ誘電相においては、図 4 (b) および (c) に示したように、スメクチック層 34 の法線方向に対してある方向に傾斜した液晶分子 31 と、それとは反対方向に傾斜した液晶分子 32 とが混在するので、液晶分子 31 の配向方向の方位角方向が略 90° の角をなす第 1 液晶領域と第 2 液晶領域とが可視光の波長の略 $1/2$ 以下の範囲内に混在した配向状態を実現することができる。そのため、この状態を用いて黒表示を行うことができる。なお、光を効率よく吸収してより暗い黒表示を実現する観点からは、ある方向に傾斜した液晶分子 31 とそれとは反対側に傾斜した液晶分子 31 とが可視光の波長の略 $1/2$ 以下の範囲内にほぼ同じ確率で存在する（ほぼ同数存在する）ことが好ましい。また、フェリ誘電相

を呈する液晶層にしきい値以上の電圧を印加すると、液晶分子がスメクチック層の法線方向に対して1方向に傾斜した強誘電相への相転移が起こる。従って、強誘電相を呈した状態を用いて白表示を行うことができる。

【0078】

また、反強誘電相もフェリ誘電相も呈さないが、正極性の電圧と負極性の電圧とに対して対称的に光透過率が上昇するようなV字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層（例えば、A.Fukuda, 「Pretransitional Effect in AF-F Switching: To Suppress It or to Enhance It, That is My Question about AFL CDs」, Proc. 15th Int. Display Conf., Asia Display'95 S6-1, p. 61に報告されている）を用いてもよい。このようなスメクチック液晶層においても、電圧無印加時に、スメクチック層法線方向に対してある方向に傾斜している液晶分子とそれとは反対方向に傾斜している液晶分子とがほぼ同じ確率で混在すると考えられ、この状態を用いて黒表示を行うことができる。また、電圧印加によって強誘電相への相転移が起こるので、強誘電相を呈した状態を用いて白表示を行うことができる。

【0079】

なお、本実施形態では、液晶層30として、自発的に第1液晶領域30aおよび第2液晶領域30bが形成されるスメクチック液晶層を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。第1液晶領域および第2液晶領域を有する液晶層は、一对の基板の液晶層側の表面に、ある方位角方向（便宜的に「第1方位角方向」と呼ぶ。）に液晶分子を配向させる第1配向規制領域と、第1方位角方向と略90°の角をなす第2方位角方向に液晶分子を配向させる第2配向規制領域とを設けることによって形成されてもよい。このような第1および第2配向規制領域は、例えば、光配向法などの微細配向技術を用いて実現することができる。ただし、液晶光学素子の製造の容易さの観点からは、上述したスメクチック液晶層のように、自発的に第1液晶領域および第2液晶領域が形成される液晶層を用いることが好ましい。

【0080】

また、本実施形態では、透過型の液晶表示装置を例に本発明を説明したが、本

発明はこれに限定されず、反射型の液晶表示装置にも好適に用いることができる。

【0081】

本発明による液晶表示装置（液晶光学素子）100は、三次元画像表示装置に用いられる。特に、液晶層30として、反強誘電相を呈するスメクチック液晶層や、フェリ誘電相を呈するスメクチック液晶層あるいはV字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層を備えていると、三次元画像表示装置に好適に用いられる。

【0082】

三次元画像表示装置は、右眼用と左眼用とに互いに偏光軸が異なる偏光板を備えた偏光板付きメガネを着用した観察者に対して、左眼用の画像（左眼で見るべき画像）に対応した光と、右眼用の画像（右眼で見るべき画像）に対応した光とを偏光方向が互いに異なる光として出射させ、左眼と右眼とにそれぞれ用の画像に対応した光を選択的に入射させることによって、三次元画像の表示を行う。

【0083】

反強誘電相を呈するスメクチック液晶層、フェリ誘電相を呈するスメクチック液晶層およびV字型スイッチング特性を有するスメクチック液晶層は、図2（a）および（c）などに示したように、しきい値以上の電圧が印加されたときに、液晶分子31がスメクチック層34の法線方向に対して1方向に傾斜した強誘電相への相転移を誘起され、その傾斜方向は印加電圧の極性の正負に応じて逆転する。そのため、正極性の電圧印加時と負極性の電圧印加時とで、液晶層30からは異なる偏光方向の光が出射する。

【0084】

従って、各絵素領域に、左眼用の画像信号と右眼用の画像信号とを交互に供給し、左眼用の画像信号が供給されるときと右眼用の画像信号が供給されるときとで電極間に異なる極性の電圧を印加することによって、左眼用の画像に対応した光と、右眼用の画像に対応した光とを偏光方向が互いに異なる光として出射させることができる。また、スメクチック液晶層は高速応答性を有するので、左眼用の画像信号と右眼用の画像信号とを交互に高周波数で供給しても正確な表示を行

うことができる。

【0085】

従来、左眼用の画像に対応した光と右眼用の画像に対応した光とを偏光方向を互いに異ならせて出射させる構成として、液晶セルが備える偏光板に吸収軸が互いに略直交する2つの領域を設ける方法が提案されているが、このような偏光板を製造することは非常に困難である。また、表示装置の前面に、観察者側に出射する光の偏光方向を電氣的な制御で切り替えて変化させる素子を設ける方法も提案されてはいるが、このような素子を設けると構造が複雑化し、製造コストが増加するなどのデメリットがある。

【0086】

これに対して、本発明による液晶表示装置100を備えた三次元画像表示装置は、上述したように、比較的簡便な構造で三次元画像を表示することができる。

【0087】

【実施例】

以下に、具体的な実施例に基づいて本発明を説明する。本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0088】

(実施例1)

実施例1では、図1および図2に示した液晶表示素子100を作製した。

【0089】

基板10および20としてガラス基板を用い、透明導電材料であるITOを用いて電極12および22を形成した。配向膜としてポリイミドからなる配向膜を用い、やわらかい布を用いてラビング処理を施した。

【0090】

電極12および22と配向膜とが形成された基板10および20を $1.5\mu\text{m}$ の間隙を介して貼り合わせた。間隙の制御は、基板10および20のいずれかの表面に、フォトリジスト膜を $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ のサイズでパターニングした厚さ $1.5\mu\text{m}$ の柱状スペーサを形成しておくことで行った。

【0091】

反強誘電相を呈するスメクチック液晶層 30 を、Ferroelectrics, Vol.244 p. 115-128 に開示されている液晶材料を用いて形成した。この液晶材料の組成物の構造式を図 5 に示す。この液晶材料からなるスメクチック液晶層 30 は、図 2 (b) に示したように、隣接する層間で、液晶分子 31 が傾斜する方向が互いに反対であり、スメクチック層 34 の法線方向に対する傾斜角がほぼ 45° である。この液晶材料に、市販の二色性色素を混入し、一对の基板 10 および 20 間に封入することによって液晶層 30 を形成した。

【0092】

このようにして作製された本実施例の液晶表示装置の電圧-透過率特性を図 6 に示す。図 6 に示したように、本実施例の液晶表示装置は、しきい値電圧以下では黒表示状態を示し、しきい値電圧を超えると白表示状態を示す。

【0093】

正面方向のコントラスト比は 40 以上であり、偏光板を用いずとも 1 つの液晶セルで良好な表示を行うことができることが確認された。

【0094】

(実施例 2)

実施例 1 の液晶表示装置を備えた三次元画像表示装置を作製した。駆動方法は単純マトリクス方式である。印加電圧の波形としては、SID95DIGEST, p.789-792 に記載されているものを用い、反転駆動の方式としては、図 7 (a) に示すように、ラインごとに印加電圧の極性が反転し、さらに、フィールドごとに印加電圧の極性が反転するライン反転駆動を用いた。

【0095】

各絵素領域に供給する画像信号としては、三次元表示用にあらかじめ用意したものを用い、正極性の電圧が印加されるときに左眼用の画像を表示し、負極性の電圧が印加されるときに右眼用の画像を表示した。

【0096】

観察者は、偏光板付きメガネを着用した。この偏光板付きメガネは、正極性電圧印加時の液晶分子の長軸方向に平行な吸収軸を有する偏光板を左眼用として備え、負極性電圧印加時の液晶分子の長軸方向に平行な吸収軸を有する偏光板を右

眼用として備えている。このようなメガネを着用することによって、左眼には正極性の電圧が印加されているときの左眼用の画像のみが見え、右眼には負極性の電圧が印加されているときの右眼用の画像のみが見えるので、三次元画像を観察することができた。

【0097】

各絵素領域において左眼用の画像と右眼用の画像とを交互に表示するため、三次元表示によって解像度が低下することはなかった。

【0098】

なお、本実施例ではライン反転駆動を採用するが、図7（b）に示すようなフィールド反転駆動や図7（c）に示すようなドット反転駆動を用いてもよい。ただし、ちらつきが少ない優れた表示品位を実現する観点からは、図7（b）に示したようなフィールド反転駆動よりも、図7（a）に示したライン反転駆動が好ましく、図7（c）に示したドット反転駆動がさらに好ましい。

【0099】

【発明の効果】

本発明によると、偏光板を用いず、単層の液晶層を用いて表示を行うことができる。従って、生産性および素子特性に優れ、偏光板が不要な液晶光学素子が提供される。また、本発明による液晶光学素子は、三次元画像表示装置の表示装置として好適に用いることができ、比較的簡便な構造で三次元画像を表示することができる三次元画像表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による実施形態の液晶光学素子である液晶表示装置100を模式的に示す断面図である。

【図2】

（a）、（b）および（c）は、液晶表示装置100を模式的に示す斜視図である。（a）は液晶層に正極性の電圧が印加された状態を示し、（b）は電圧無印加状態（あるいはしきい値以下の電圧が印加された状態）を示し、（c）は負極性の電圧が印加された状態を示す。

【図 3】

スメクチック層の法線方向に対する液晶分子の傾き角と、コントラスト比（白表示状態の透過率／黒表示状態の透過率）との関係を示すグラフである。

【図 4】

(a) は、反強誘電相における液晶分子の配向状態を模式的に示す図であり、(b) および (c) は、フェリ誘電相における液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

【図 5】

実施例 1 で用いた液晶材料の組成物の構造式を示す図である。

【図 6】

実施例 1 の液晶表示装置の電圧－透過率特性を示すグラフである。

【図 7】

(a)、(b) および (c) は、実施例 2 の三次元画像表示装置において絵素領域に印加される電圧の極性を示す図であり、(a) はライン反転駆動、(b) はフィールド反転駆動、(c) はドット反転駆動の場合を示している。

【図 8】

従来の液晶光学素子 500 を模式的に示す断面図である。

【図 9】

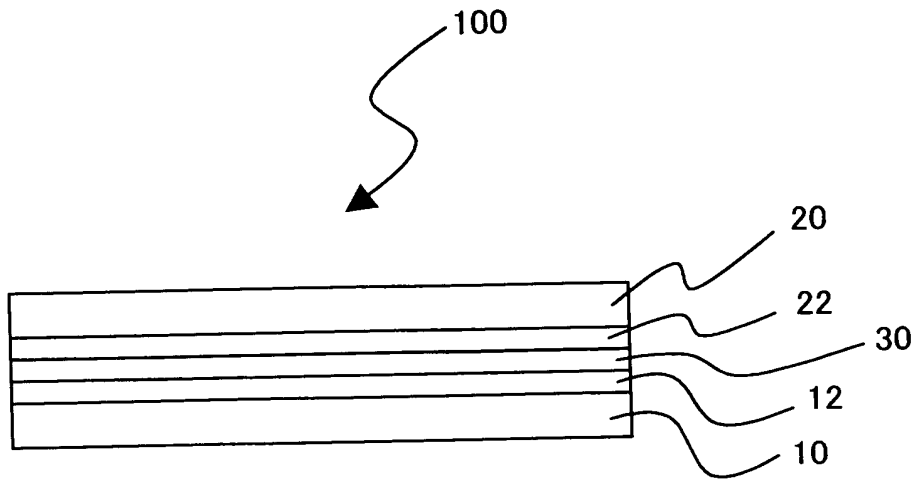
従来の液晶光学素子 500 を模式的に示す斜視図である。

【符号の説明】

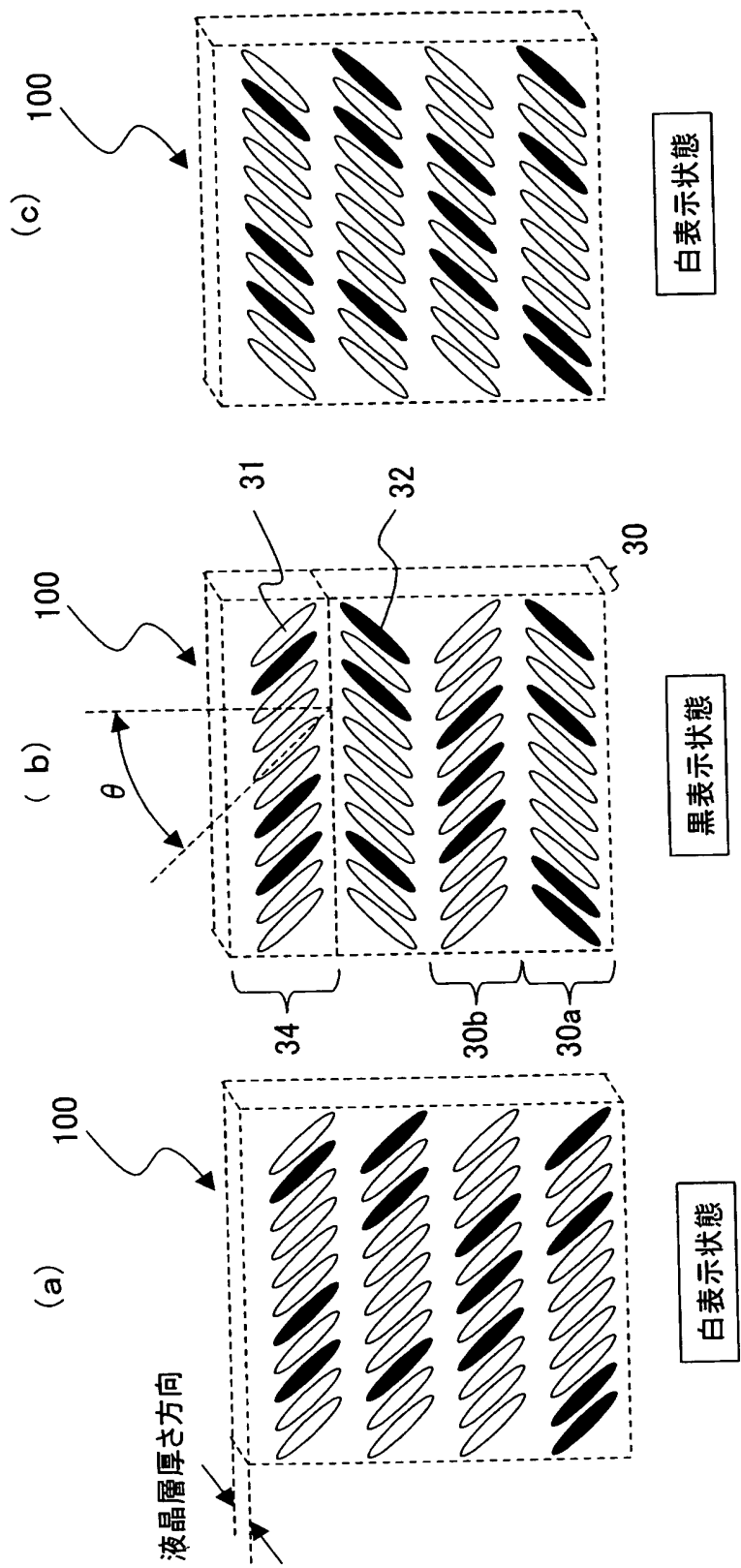
- 10 基板
- 12 電極
- 20 基板
- 22 電極
- 30 液晶層
- 31 液晶分子
- 32 二色性色素
- 34 スメクチック層*
- 100 液晶表示装置（液晶光学素子）

【書類名】 図面

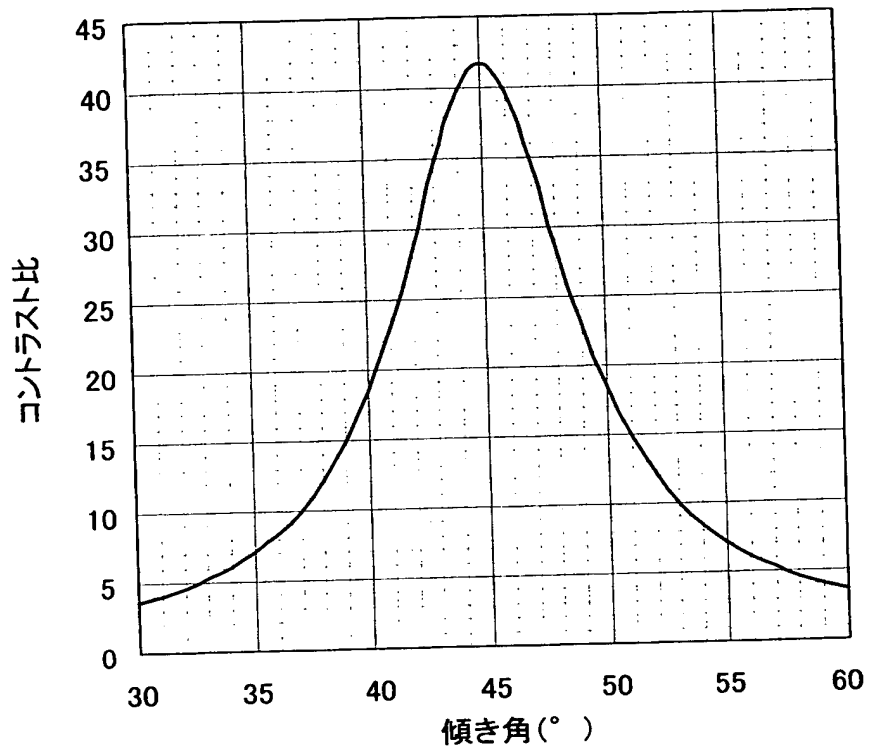
【図 1】



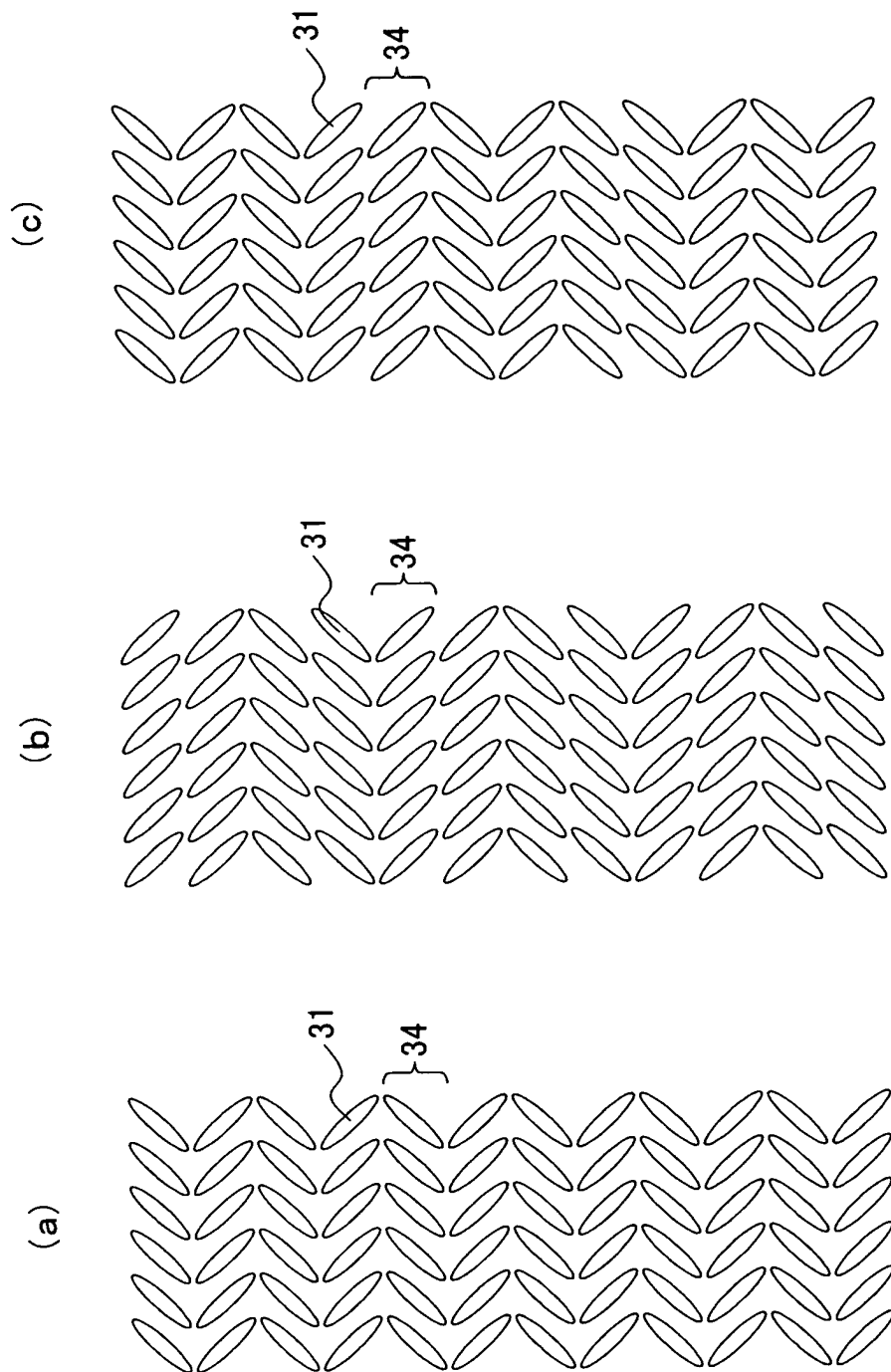
【図 2】



【図 3】



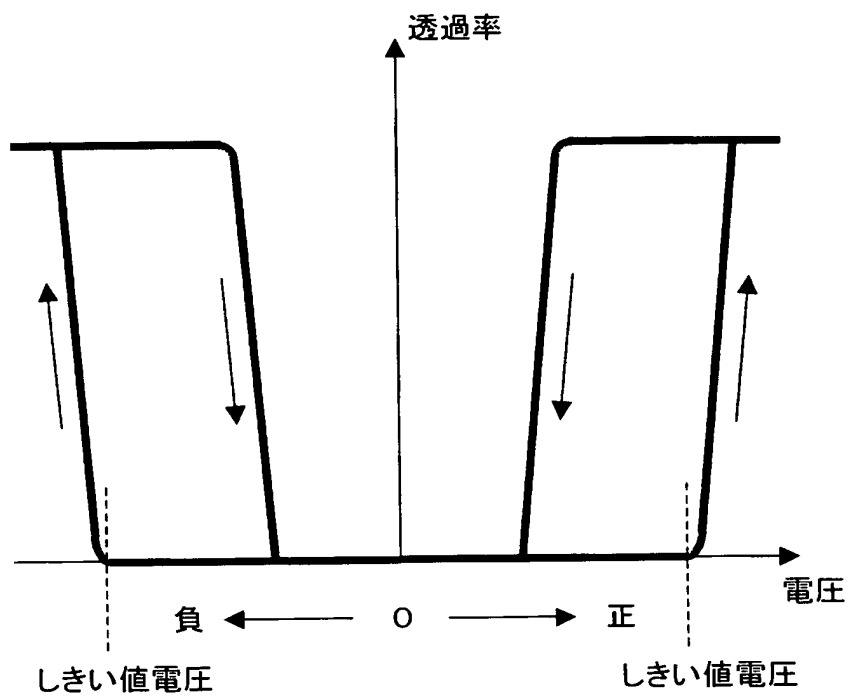
【図 4】



【図 5】

重量%	構造式	
6. 31	$\text{F}_3\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{COO}(\text{CH}_2)_3\text{O}-$	
20. 77	$\text{F}_7\text{C}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_3\text{O}-$	
32. 45	$\text{F}_{15}\text{C}_7\text{COO}(\text{CH}_2)_3\text{O}-$	
40. 47	$\text{F}_7\text{C}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_4\text{O}-$	

【図 6】



【図 7】

(c)

+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+

+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+

(b)

+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+

+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+

(a)

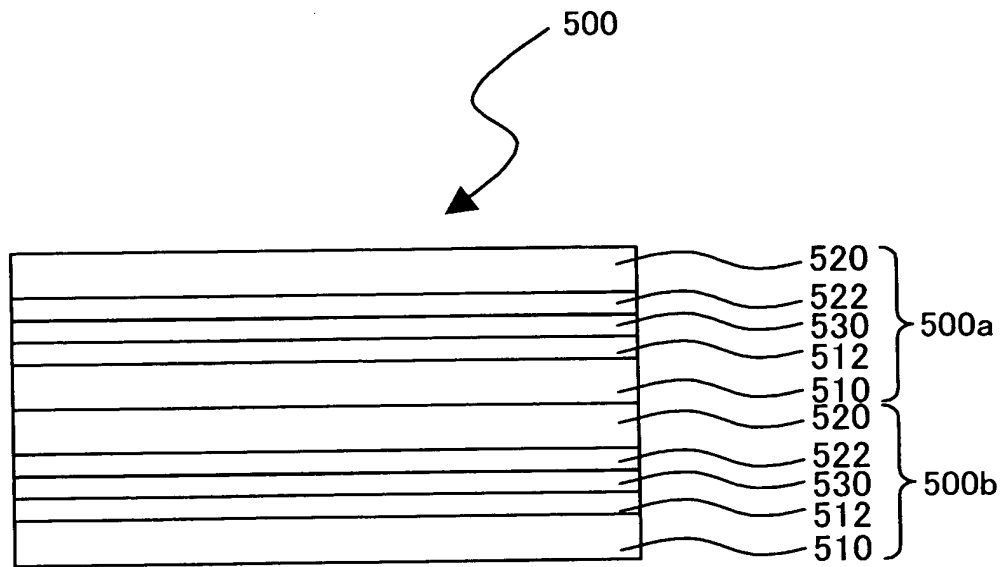
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+

+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+

奇数ノード

偶数ノード

【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 生産性および素子特性に優れ、偏光板が不要な液晶光学素子およびそれを備えた三次元画像表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶光学素子は、一対の基板 1 0 および 2 0 と、これらの間に設けられ、液晶分子 3 1 および二色性色素 3 2 を含む液晶層 3 0 とを備え、液晶層 3 0 を介して互いに対向する一対の電極 1 2 および 2 2 でそれぞれが規定される複数の単位領域を有する。複数の単位領域のそれぞれにおいて、液晶層 3 0 は、一対の基板 1 0 および 2 0 の基板面に平行なある方向に沿って可視光の波長の略 $1/2$ 以下の範囲内に、一対の電極 1 2 および 2 2 間に電圧が印加されていないときの液晶分子 3 1 の配向方向の方位角方向が互いに略 90° の角をなす第 1 液晶領域 3 0 a および第 2 液晶領域 3 0 b を有する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 0 6 9 4 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社